

AN: PAT 1979-75791B
TI: Stainless steel heat exchanger is coated with copper to prevent corrosion of steel in contact with water
PN: **FR2414182-A**
PD: 07.09.1979
AB: At least part of the surface of a stainless steel heat exchanger, which is in contact with liquid, is covered with a thin layer of copper (alloy). The Cu (alloy) protects stainless steel against pitting and crevice corrosion in contact with water contg. Cl ions so that cheaper (semi)-ferritic stainless steels (which have good thermal conductivity) can be used to construct condensers and heaters including solar energy heaters.
;
PA: (TOLE-) TOLES INOXYDABLES;
IN: COEURDEROY J P;
FA: **FR2414182-A** 07.09.1979;
CO: FR;
IC: C22C-038/18; F24J-003/02; F28F-019/06; F28F-021/08;
MC: J08-D; J08-D02; M14-K;
DC: J08; M27; Q74; Q78;
PR: FR0000753 06.01.1978;
FP: 07.09.1979
UP: 15.10.1979

BEST AVAILABLE COPY

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

2 414 182

(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 78 00753

(54) Echangeur de température en acier inoxydable.

(51) Classification internationale (Int. Cl.²). F 28 F 19/06; C 22 C 38/18; F 24 J 3/02;

F 28 F 21/08/B 32 B 15/18, 15/20.

(22) Date de dépôt 6 janvier 1978, à 14 h 15 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — «Listes» n. 31 du 3-8-1979.

(71) Déposant : LES TOLES INOXYDABLES ET SPECIALES UGINE GUEUGNON, résidant en
France.

(72) Invention de : Jean-Pierre Coeurderoy.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Jean-Pierre Bivord. Pechiney Ugine Kuhlmann PIAD/Service Brevets.

D

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15.

BEST AVAILABLE COPY

L'échangeur qui fait l'objet de l'invention résulte des travaux de Monsieur Jean-Pierre COEURDEROY.

Il est connu que le développement des installations de chauffage, dans lesquelles on fait appel à un fluide primaire liquide ou gazeux caloporteur, qui réchauffe un fluide secondaire le plus souvent liquide tel que de l'eau sanitaire, de l'eau de piscine ou autre, pose le problème de la mise au point d'échangeurs de température présentant une excellente tenue à la corrosion. Alors que le fluide primaire peut dans certains cas être additionné de limiteurs de corrosion, il n'en est pas de même pour les fluides secondaires qui, lorsqu'ils contiennent par exemple des ions chlore peuvent être particulièrement agressifs. De façon plus générale, on est amené aussi à réaliser des échangeurs permettant d'assurer le chauffage ou le refroidissement d'un liquide par un gaz, ou d'un gaz par un liquide, ou encore le chauffage d'un liquide par rayonnement ce qui est par exemple le cas des dispositifs de captage d'énergie solaire. Dans tous les cas, les problèmes de corrosion rencontrés se posent essentiellement en ce qui concerne les parois qui sont en contact avec les liquides et en particulier avec de l'eau pouvant comporter en solution divers additifs ou impuretés.

Alors que les échangeurs en acier ordinaire ont une tenue suffisante vis-à-vis des liquides tels que l'eau circulant en circuit fermé et additionnée de limiteurs de corrosion, il n'en est pas de même en ce qui concerne les eaux aérées et constamment renouvelées qui oxydent rapidement l'acier.

Dans le cas de l'aluminium et de ses alliages, la tenue vis-à-vis de l'eau pure est relativement bonne, mais par contre devient très médiocre dans le cas où celle-ci renferme des ions chlore.

Le cuivre ou ses alliages utilisés pendant longtemps pour de telles applications ont l'inconvénient de propriétés mécaniques relativement médiocres et d'un coût élevé.

Les aciers inoxydables qui devraient constituer une solution de choix ont dans bien des cas, une tenue à la corrosion comparable ou supérieure à celle des alliages cuivreux.

Cependant les nuances d'aciers inoxydables les plus courantes telles que par exemple les aciers austénitiques du type 304 sont sensibles à la corrosion par piqure et aussi à la corrosion caverneuse.

Ces phénomènes peuvent se développer lorsque la paroi de l'échangeur est au contact d'eau contenant des ions chlore, avec pour conséquence une destruction rapide par perçage de l'échangeur. Il est bien connu qu'on peut éliminer ou réduire les phénomènes de corrosion par piqure en remplaçant les aciers inoxydables du type 304 par des aciers inoxydables comportant une addition de molybdène tels que l'acier 316.

Cependant, on peut observer encore des phénomènes de corrosion caver-

neuse qui entraînent eux aussi des pertes d'étanchéité et la destruction des échangeurs. Il faut alors faire appel à des nuances très spéciales telles que par exemple le NSCD d'Ugine Aciers qui contient en % Cr 17,5 - Ni 16 - Mo 5 - Cu 3 et C < 0,03. De très bons résultats sont alors obtenus du point de vue

5 résistance à la corrosion mais ces nuances d'aciers sont très coûteuses et ceci augmente considérablement le coût de réalisation des échangeurs.

Par ailleurs, la conductivité thermique des aciers austénitiques étant médiocre les surfaces d'échange doivent être accrues par rapport à celles qu'on utilise avec d'autres matériaux plus conducteurs. Pour ces raisons on fait

10 encore bien souvent appel pour la réalisation d'échangeurs à des alliages à base de cuivre qui tiennent mieux à la corrosion et ont une meilleure conductivité.

L'échangeur de température qui fait l'objet de l'invention permet de résoudre les problèmes de corrosion qu'on rencontre dans l'utilisation des

15 qualités courantes d'aciers inoxydables ce qui permet de réduire de façon très importante le coût de réalisation d'un tel échangeur. Il permet ainsi de faire appel à des nuances d'acier inoxydable relativement bon marché, telles que les nuances semi-ferritiques ou ferritiques contenant 16 à 20 % de chrome qui présentent de plus l'avantage d'une conductivité thermique bien supérieure à celle

20 des aciers austénitiques.

L'échangeur de température suivant l'invention est caractérisé par le fait que ses parois en acier inoxydable sont recouvertes, sur les faces en contact avec un liquide susceptible de les corroder, d'une couche mince de cuivre ou d'alliage à base de cuivre. Cette couche peut être discontinue et peut

25 aussi dans le cas le plus fréquent où le liquide circule entre deux parois très proches l'une de l'autre, ne recouvrir que l'une de ces parois, l'autre restant à nu au contact du liquide. La couche de cuivre peut être déposée sur la tôle d'acier inoxydable par tout procédé connu, tel que dépôt électrolytique, soufflage, placage etc... Elle peut présenter sans inconvénient de nombreuses discontinuités ou lacunes.

30

Les essais ont montré qu'un tel échangeur réalisé par exemple en acier semi-ferritique à 17 % de chrome correspondant à la nuance F 17 d'Ugine Aciers et recouvert par dépôt électrolytique d'une couche de cuivre d'environ 0,1 mm d'épaisseur, peut supporter pendant de nombreux mois le contact d'eau

35 contenant des ions chlore à une température de l'ordre de 40 à 80° C sans apparition de piqûres ou de corrosion cavernueuse, bien que la couche de cuivre déposée présente des discontinuités et des lacunes. On a constaté ainsi que l'effet protecteur du cuivre ou de l'alliage à base de cuivre se maintient à condition que la distance entre les zones non cuivrées et les zones cuivrées ne dépasse

40 pas environ 20 mm.

Cependant, dans la pratique de nombreux facteurs interviennent pour atténuer ou renforcer cet effet protecteur suivant les configurations locales.

Un effet protecteur comparable est obtenu lorsqu'on fait appel à d'autres nuances d'acier inoxydable en fonction des nécessités de l'utilisation.

5 On peut, en particulier utiliser une nuance semi-ferritique ou ferritique additionnée de 0,5 à 3 % de molybdène et stabilisée au titane telle que le F 17 M T d'Ugine Aciers qui contient environ 17 % de Cr, 1 % de Mo et une teneur en Ti égale à environ 7 fois la teneur en carbone. On peut utiliser aussi des nuances austéno-ferritiques ou austénitiques.

10 Les échangeurs en acier inoxydable ainsi protégés par un revêtement même discontinu de cuivre sont compatibles avec de nombreux liquides et en particulier avec les eaux contenant des ions chlore. Ils peuvent en particulier être parcourus par des eaux saumâtres. C'est ainsi que de tels échangeurs peuvent être utilisés comme condenseurs de vapeur dans des machines thermiques, le
15 fluide de refroidissement étant par exemple de l'eau de mer au contact de laquelle l'acier inoxydable sera protégé par une couche de cuivre.

De tels échangeurs peuvent aussi fonctionner entre un gaz et un liquide. Dans ce cas, il suffira en général de cuivrer au moins partiellement les faces qui sont au contact de ce liquide. Ces échangeurs peuvent par exemple
20 fonctionner comme radiateurs destinés à chauffer des locaux. Ils peuvent aussi fonctionner comme condenseurs de vapeur d'eau ou de tout autre gaz condensable.

Enfin, ces échangeurs peuvent jouer le rôle de dispositif de captage de rayonnement solaire. Il suffit alors, que l'une des parois de l'échangeur présente une surface extérieure d'un développement suffisant et convenablement
25 orientée pour capter le rayonnement solaire, tandis que le fluide qui circule à l'intérieur recevra par conduction la chaleur absorbée par cette paroi.

Grâce au revêtement intérieur de cuivre ou d'alliage à base de cuivre, il sera possible ainsi de chauffer directement par l'énergie solaire des liquides relativement agressifs tels que par exemple des eaux de piscine additionnées de bactéricides contenant des ions chlore.
30

De très nombreuses autres applications des échangeurs suivant l'invention sont possibles dans de très nombreux domaines.

L'épaisseur de la couche de cuivre ou d'alliage à base de cuivre nécessaire dépend de nombreux facteurs. L'expérience montre qu'on constate une
35 usure très lente de cette couche et que par conséquent cette épaisseur doit croître en fonction de la durée d'utilisation. Dans la pratique l'épaisseur sera généralement comprise entre environ 1/100 de mm et quelques dixièmes de mm.

REVENDEICATIONS

1°) Echangeur de température en acier inoxydable permettant de chauffer ou refroidir au moins un liquide caractérisé en ce que une partie au moins de la surface d'acier inoxydable en contact avec le ou les liquides est recouverte d'une couche mince de cuivre ou d'alliage à base de cuivre.

2°) Echangeur suivant 1 caractérisé en ce que l'acier inoxydable est un acier semi-ferritique, ferritique, austéno-ferritique ou austénitique.

3°) Echangeur suivant 2 caractérisé en ce que l'acier inoxydable est un acier semi-ferritique ou ferritique contenant 16 à 20 % de chrome.

4°) Echangeur suivant 3 caractérisé en ce que l'acier inoxydable comporte une addition de 0,5 à 3 % de Mo.

5°) Echangeur suivant 3 ou 4 caractérisé en ce que l'acier inoxydable est stabilisé par l'addition d'au moins un des éléments Ti, Zr, Nb ou Ta.

6°) Echangeur suivant l'une des revendications 1, 2, 3, 4, 5 caractérisé en ce que l'épaisseur de la couche de cuivre ou d'alliage à base de cuivre est comprise entre 1/100 de mm et 1 mm.

7°) Echangeur suivant l'une des revendications 1, 2, 3, 4, 5 ou 6 caractérisé en ce que il comporte au moins une paroi susceptible d'être chauffée sur sa face extérieure par le rayonnement solaire, sa face intérieure étant en contact avec un liquide.